

# SHOOTING SPORT SIMULATION DEVICE

**Martin Poloch**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xpoloc00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Pavel Šteffan

E-mail: steffan@feec.vutbr.cz

**Abstract:** The goal of this work is to design, build and test a shooting sport simulation system. The first part of this system is a module that can be put into a variety of shooting weapons and transform them to a laser gun. The module uses a shock sensing system, so there is no need to mechanically disassemble the gun. The second part is a target device that can sense incoming laser beams with LEDs. The final hardware part is a control board which can connect multiple targets and weapons through a wireless module nRF24L01+ into one system and therefore simulate advanced shooting modes. Additionally it has a built in Wi-Fi module ESP8266 which can provide shooters a website with detailed results and statistics of their shooting in a graphically pleasing way. Output of this project should be a market competitive product so the design is focused on the ability to be manufactured on automated machines.

**Keywords:** LASER, light sensing, shooting sport, LED, PCB design, wireless communication, nRF24L01, C language, programming, microcontroller, ATmega.

## 1 ÚVOD

Tato práce vznikla s cílem vytvořit kompletní elektronické zařízení pro simulaci sportovní střelby, které eliminuje její nebezpečnost a zpřístupní tak toto odvětví široké veřejnosti. Jako řešení byla vybrána „střelba laserem“. Základem systému jsou tedy modul zbraně, který vysílá laserový paprsek a modul terče, který paprsky zachytává a vyhodnocuje. Další zpracování střeleckých výsledků probíhá v řídicím modulu, který umí sbírat a zpracovávat informace, přicházející bezdrátovou komunikací, z mnoha zbraní a terčů.

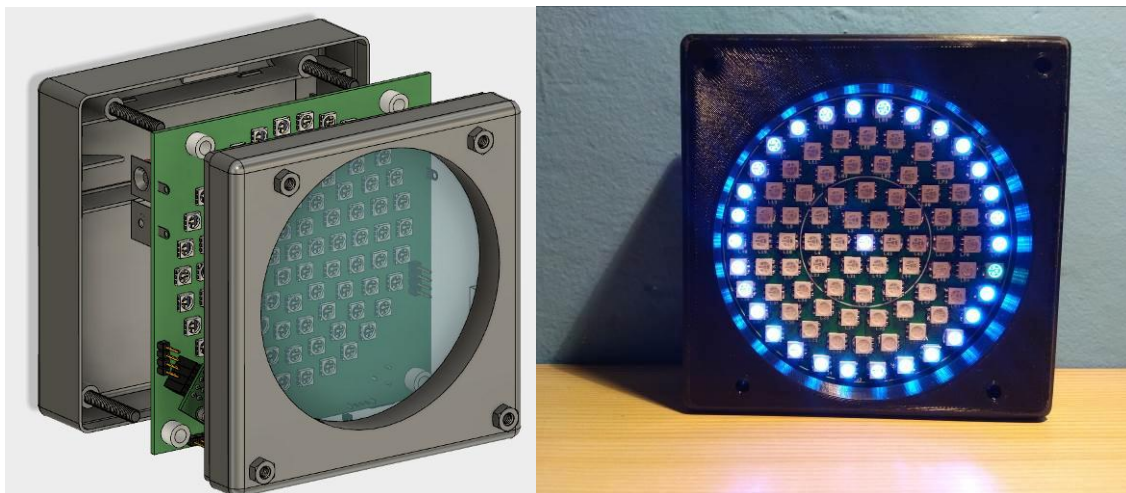
Takovéto zařízení může najít uplatnění jako tréninková pomůcka pro sportovní i jiné střelce nebo jako zábava do hotelů, hospod či do domácností. Návrh je tedy orientován na co největší podobnost s klasickou střelbou a komerční využitelnost.

## 2 MODUL TERČE

Základním stavebním kamenem systému je způsob snímání laserových paprsků v modulu terče. V této práci bylo jako nejvhodnější vybráno snímání pomocí závěrné kapacity LED. To znamená, že LED se „nabíjí“ zapojením v závěrném směru a následná délka jejího vybíjení je úměrná intenzitě dopadajícího světla. Tento jev je zároveň silně závislý na vlnové délce dopadajícího světla. Nejlépe je diodami snímáno světlo odpovídající vlnové délce charakteristického záření diody. To je velmi užitečné vzhledem k nutnosti odfiltrování okolního osvětlení při snímání výstřelů. Využití běžných LED je navíc výrazně levnější než ostatní řešení.

Snímání funguje nejlépe s modře svítícími LED v pouzdře PLCC6 s vysokou svítivostí v kombinaci s modrými lasery. Doba vybíjení těchto LED je při přímém osvětlení modrým laserem o výkonu 5mW kratší než 1  $\mu$ s. I při nepřímém osvětlení je rychlost vybití kratší než 10 ms, proto je k řízení celého procesu využit mikrokontrolér.

Nevýhodou využití tohoto typu snímání je, že pro správné a dostatečně citlivé snímání je třeba každou LED ovládat svým vlastním vstupně výstupním pinem mikrokontroléru. K vytvoření plochy kruhového terče o sportovních rozměrech (průměr 9 cm) je potřeba pole 91 LED. Proto byly k řízení terče vybrány 2 mikrokontroléry Atmega128A, které dohromady disponují dostatečným počtem pinů k řízení LED a ostatních činnostech terče.



**Obrázek 1:** Návrh a realizace modulu terče.

## 2.1 MODUL DO ZBRANĚ

Jednou ze základních podmínek pro možnosti automatizované výroby celého systému je vytvoření modulu, díky kterému nebude nutné mechanicky zasahovat do zbraně, ze které bude stříleno. Ke snímání výstřelů je tedy použit senzor otřesu. Zde byla vybrána kombinace elektretového mikrofonu a analogového pinu mikrokontroléru. Tento způsob dosahoval stejné, ne-li lepší výsledky než druhé nejlepší řešení, a to použití akcelerometru a gyroskopu. Cena mikrofonu je navíc přibližně 50 krát nižší.

Při výstřelu ze zbraně mikrofon zaznamená otřes a mikrokontrolér pomocí sofistikovaného algoritmu porovná nasnímaný průběh s předchozími výstřely. V případě shody „vystřelí“ s laserem, tedy jej na několik milisekund rozsvítí. V případě neshody vyhodnotí, že se jednalo o jiný otřes než výstřel a laser nerozsvítí. Vzhledem k tomu, že mikrofon snímá otřesy pouze v jedné ose, je modul extrémně odolný vůči všem bočním nárazům.

Firmware mikrokontroléru umožňuje přesnou kalibraci snímání výstřelu při použití nové zbraně a kalibraci směru laserového paprsku. Celý modul je zasunut v hlavní zbraně, a zbraň tedy není nutné demontovat a potenciálně znehodnotit. Modul funguje nejspolehlivěji s airsoftovými zbraněmi, což je výhodné i z hlediska komerčního využití.



**Obrázek 2:** Návrh a realizace modulu do zbraně.

## 2.2 KONTROLNÍ MODUL

Modul terče a zbraně spolu mohou fungovat samostatně, ale střelba jednou zbraní na jeden terč není dostatečně atraktivní, proto byl vytvořen kontrolní modul, který je schopen připojit až dvacet terčů a tři zbraně a vytvořit tak střelecký systém s pokročilými funkcemi. Propojení více terčů například umožňuje simulovat střelecké režimy jako biatlon, moderní pětiboj, postřehové režimy a další. Propojení více zbraní zpřístupňuje režimy pro více hráčů najednou.

Všechny moduly mají možnost napájení z příslušných akumulátorů a obsahují modul pro bezdrátovou komunikaci nRF24L01+. Veškerá komunikace mezi všemi moduly tedy může probíhat plně bezdrátově. Kontrolní modul a modul terče mají i možnost napájení a komunikace pomocí kabelů. Dalšími periferiemi řídicího modulu jsou segmentový LED displej pro zobrazování základních střeleckých výsledků, tlačítka pro uživatelské ovládání, zvukový modul pro vytváření hlasových komentářů pro střelce a další bezdrátový modul ESP8266, který je schopen plnohodnotně využívat protokol Wi-fi, tedy přistupovat k internetu a fungovat jako server.

V tomto projektu má za úkol sbírat informace z hlavního mikrokontroléru a vytvořit webovou stránku, která bude v reálném čase zobrazovat střelecké výsledky. K modulu se lze připojit pomocí Wi-fi z počítače, tabletu nebo mobilu a tak střelci mohou sledovat své výsledky v sofistikovanější a graficky kvalitní podobě na svých zařízeních.



**Obrázek 3:** Výsledná podoba setu dvou terčů a dvou zbraní.

## 3 ZÁVĚR

Zařízení bylo testováno na mnoho parametrů. Střelba a bezdrátová komunikace je spolehlivá na vzdálenost do 50 metrů, což je pro drtivou většinu střelců více než dostačující. Snímací mechanismus je dostatečně funkční i při silném okolním osvětlení ve venkovních prostorech. Pouze přímé silné sluneční záření snímání zabrání.

K návrhářské části projektu paralelně probíhala i část podnikatelská. Byl vytvořen business plán a marketingové strategie, probíhaly rozhovory s potenciálními zákazníky respektive uživateli produktu a konzultace s experty na podnikatelské i elektronické problematice. Projekt se pod jménem LETMEE probíjoval do startupového akcelérátoru JIC Starcube, kde na závěrečné show zvítězil v soutěži o cenu veřejnosti. Bylo tedy ověřeno, že výsledné zařízení má velký tržní potenciál a již bylo prodáno prvním zákazníkům.